

## Utilización de residuos olivícolas crudos como enmiendas de suelos de olivares

Paroldi, H.E.<sup>1</sup>, Pierantozzi, P.<sup>2</sup>; Monetta, P.<sup>2</sup>

1 Instituto de Biotecnología. Facultad de Ingeniería. UNSJ. 2 INTA EEA San Juan. [emilioprlrd@gmail.com](mailto:emilioprlrd@gmail.com)

### Introducción

La producción nacional de aceite de oliva creció notablemente en los últimos años. Dicho crecimiento implicó una nueva distribución territorial de los olivares, un aumento de la superficie cultivada, la intensificación de los montes, la reconversión varietal y la instalación de un gran número de plantas elaboradoras de aceite. En la actualidad, Argentina es el principal productor y exportador de aceite de oliva de América del Sur y el décimo a nivel mundial. Las principales provincias productoras son Catamarca, La Rioja, San Juan, Mendoza y Córdoba, concentrándose en ellas más del 95% de la producción total del país [3].

Si bien existen distintas metodologías de extracción de aceite de oliva, en Argentina se realiza principalmente por métodos continuos de dos fases, mediante los cuales se obtiene una fase oleosa de donde se extrae el aceite y un residuo semisólido constituido por restos de carozo y pulpa de aceitunas en una fase acuosa, al que comúnmente se denomina alperujo. Este residuo presenta una serie de inconvenientes relacionados a su disposición. Debido a su alta carga orgánica, a la presencia de compuestos fenólicos y al remanente de aceite que pueda contener, su vertido en cursos de agua no está permitido (Ley Nacional 25.612; Ley Provincial 5824/87 decreto 2107). Por otra parte, no se recomienda su almacenamiento en piletas ya que su alto contenido de humedad impide su aireación y da lugar a fermentaciones anaeróbicas indeseadas que liberan olores nauseabundos. Además, su acumulación en suelos afecta negativamente las características fisicoquímicas del mismo, la presencia de materia orgánica soluble, nitratos y compuestos fenólicos de los lixiviados representa un potencial riesgo de contaminación de acuíferos subsuperficiales [15]. Debido a los inconvenientes mencionados se desarrollaron, en los países de la cuenca del mar mediterráneo, diversas tecnologías tendientes a eliminar o reutilizar estos residuos. Entre ellas, las más destacadas son: Plantas de extracción mediante solventes del aceite residual, Plantas de

cogeneración de energía a partir de la combustión del alperujo y Plantas de compostaje de alperujo con otros residuos

agroindustriales. Estas alternativas han dado resultados promisorios, sin embargo los elevados costos para su implementación han llevado a los productores a buscar alternativas más económicas, entre las que se destaca la utilización de alperujo fresco como abono agrícola. Mediante esta práctica los residuos olivícolas son reutilizados en el lugar de su producción o en zonas aledañas, solucionando así los problemas ambientales que genera su acumulación y disminuyendo los costos de traslado a plantas de tratamiento. Debido al alto contenido en materia orgánica del alperujo y a que no posee metales pesados ni microorganismos patógenos como otros residuos industriales, su aplicación directa al suelo en dosis definidas resulta beneficiosa ya que aumenta las concentraciones de potasio disponible, fósforo asimilable, de nitrógeno total e incrementa la cantidad total de materia orgánica disponible [1][7][8][9]. A pesar de estos efectos beneficiosos sobre el suelo, se reportaron efectos no deseados ocasionados por la aplicación de residuos olivícolas en forma no controlada, entre los cuales se destacan incrementos de la salinidad del suelo hasta niveles que pueden afectar el normal desarrollo de la mayoría de los cultivos y efectos fitotóxicos y antimicrobianos asociados al incremento en el nivel de compuestos fenólicos presentes en el suelo [4]. En este sentido, con el fin de aprovechar el aporte de materia orgánica y nutrientes que supone la utilización de residuos olivícolas como enmienda orgánica de suelos y a su vez prevenir los posibles efectos negativos que su descontrolada aplicación pudiera ocasionar, esta práctica se reglamentó en los principales países productores de aceite de oliva (Real Decreto 04/2011, España; Ley 574/96, Italia). En todos los casos se regulan aspectos críticos tales como: tipo de suelo, profundidad de agua subterránea, composición del residuo a aplicar, dosis, forma y frecuencia de aplicación, monitoreo posterior del suelo y responsabilidades respecto a

los efectos que pudieran ocasionarse.

En la Provincia de San Juan, el sector olivícola provincial ha crecido considerablemente en los últimos 10 años, habiéndose instalado un gran número de modernas plantas extractoras de aceite de oliva que generan aproximadamente 50.000 T de alperujo por campaña. En la provincia, sólo hay una planta receptora de alperujo, donde el alperujo es deshuesado, deshidratado y sometido a una extracción del aceite residual. Por diversos factores como limitación operativa de la planta para tratar la totalidad de los residuos olivícolas generados en la provincia y altos costos para trasladar los residuos desde las plantas extractoras hasta la planta receptora, solo el 20% de los residuos generados son tratados por esta vía, siendo el resto aplicado mayoritariamente en forma directa al suelo de olivares de forma no reglamentada ni controlada [10].

Ante este escenario resulta imprescindible obtener datos locales sobre los efectos que esta práctica produce en función del tipo de suelo y tipo de riego con el fin de generar una normativa o protocolo que establezca formas y dosis de aplicación de estos residuos como así también criterios de exclusión.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar los efectos que causa la aplicación de alperujo crudo como enmienda sobre diferentes parámetros relacionados con la calidad del suelo, en diferentes emprendimientos olivícolas privados.

## Materiales y Métodos

Para poder desarrollar este trabajo se realizó un convenio entre la Estación Experimental Agropecuaria San Juan del INTA y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de San Juan, con el fin de cooperar en la implementación y evaluación de experiencias piloto de utilización de alperujo como enmienda de suelos en emprendimientos olivícolas privados.

Emprendimientos olivícolas: Olivícola Pedernal S.A. situado en la localidad de Cañada Honda, departamento Sarmiento. Los suelos predominantes de esta zona son del tipo franco arenoso.

Finca Doña Carmen. Argenceres S.A. ubicado en Ruta 40 (límite c/Mendoza), en la localidad de la Acequión, departamento Sarmiento. Los suelos predominantes de esta zona son del tipo franco arcillo limoso.

Tío Yamil S.A. situado en calle San Miguel entre calles 4 y 5, departamento Rawson. Zona con predominio de suelos francos.

Se seleccionaron diferentes montes de olivos que en general poseen marcos de plantación intensivo (6\*2) (833 plantas/ha) y con riego presurizado por goteo. Excepto el emprendimiento TIO YAMIL, que presenta un marco de plantación tradicional 10 x 10, con sistema de riego por gravedad con distribución en surcos.

El diseño experimental en general fue de parcelas distribuidas completamente al azar con 3 repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por cuatro plantas consecutivas de una misma hilera de árboles, correspondiendo a bordura las dos plantas externas. Se realizó un tratamiento y un control. La aplicación de alperujo en los diferentes emprendimientos se realizó en la campaña 2013. La dosis de alperujo que se aplicó en los tratamientos fue de 200 kg por unidad experimental (correspondiendo a ~40 T ha<sup>-1</sup>). La aplicación fue superficial, extendiéndose a lo largo de las cuatro plantas y un metro hacia cada lado de la línea de riego.

Se recolectaron muestras compuestas de los primeros 30 cm de los distintos tratamientos, los muestreos se realizaron 6 y 12 meses después de aplicada la enmienda.

**Parámetros físico-químicos:** pH y conductividad eléctrica: método de la pasta saturada [5]. Nitrógeno total: Técnica de digestión [5]. Potasio y Fósforo disponible (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>): Medición por medio de espectrofotómetro de absorción atómica. Materia orgánica MO: Método de Walkley-Black [5]. Fenoles totales: Método colorimétrico de Folin Cicalteau modificado [10].

**Análisis Estadístico:** Los resultados obtenidos en las mediciones de los parámetros físico-químicos se sometieron a análisis Estadístico Multivariado de Componentes Principales [2].

## Resultados y Discusión

Los datos de las variables evaluadas fueron sometidos a un análisis de componentes principales (ACP) con el objetivo de detectar la existencia de relaciones entre las diferentes variables y los diferentes emprendimientos. En el gráfico Bi-plot representa el comportamiento de las variables en la Fina "TIO YAMIL" (Figura 1) se puede observar que la mayoría de las variables físico químicas se asociaron con el primero muestreo luego de la aplicación de alperujo superficial. Mientras que el segundo muestreo y los controles se asocian positivamente con la

variable pH. En el segundo caso correspondientes a la fina "OLIVICOLA PEDERNAL" (Figura 2) las variables, nitrógeno, fenoles y materia orgánica se asocian de manera positiva con el primer muestreo, y las demás variables se asocian negativamente con los controles y el segundo muestreo de los lugares enmendados con alperujo crudo.

El tercer caso correspondiente a la finca "ARGENCERES" (Figura 3) el primer muestreo de los suelos enmendados presenta asociación positiva con la mayoría de las variables evaluadas. El segundo muestreo de los suelos enmendados y los controles presentaron asociación negativa con el pH y la CEE.

Estas relaciones indican que valores bajos de estas variables fueron observados en los suelos testigos, mientras que los valores altos atribuidos con mejoras en las características del suelo, fueron observados en los suelos enmendados con alperujo. Si bien las agrupaciones fueron en general positivas, solo la materia orgánica con el N presentó regresión lineal significativa positiva, con valores de ajustes mayores a 0,5. Por otra parte se puede constatar que en el segundo muestreo los suelos enmendados presentan características similares a los controles en los tres sitios estudiados. Esto indicaría que las variables relacionadas con calidad de suelo, estarían siendo modificadas por la incorporación de la enmienda. Estos resultados responden a características favorables desde un punto de vista agronómico. Si bien la materia orgánica incorporada no está estabilizada, la escasez de este nutriente en estos suelos pobres favorece a su estabilización. Esto se ve reflejado no solo en el incremento de la MO disponible, sino también en otras variables que su incorporación favorece, tanto por evitar su pérdida por lixiviación como su liberación a partir de la estabilización de los compuestos orgánicos. Como variable contraproducente con su incremento, son los fenoles, ya que estos en ciertas concentraciones tienen efectos fitotóxicos a nivel radicular, debido a que la fuerte afinidad por el oxígeno, puede causar anoxia. Los fenoles de este residuo, si bien no son inocuos, son de origen puramente vegetal (aceituna) por lo que estos compuestos son fácilmente degradables por diferentes agentes: biológico, físicos y químicos, además ser muy propensos a la oxidación, produciendo mucho compuestos bifenilos, los que son más estables y menos contaminantes. En otros trabajos en cuales utilizaron alperujo crudo, alperujo agotado,

orujo y alpechín como enmienda de suelo, registraron patrones similares de incremento respecto de los niveles de NPK, MO y fenoles, de los cuales este último decreció en todos los casos conforme con el paso del tiempo posterior a su aplicación [11] [12] [13][14].

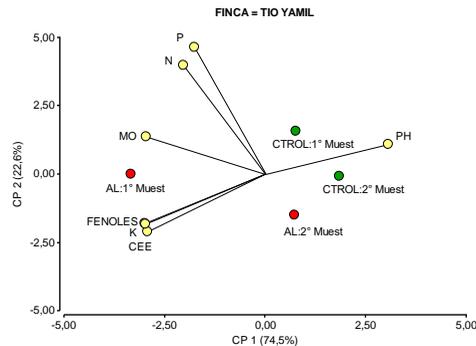


Figura 1. ACP de las diferentes variables seleccionadas como indicadores de calidad de suelo (amarillo), tratamientos (rojo) y testigos (verdes).

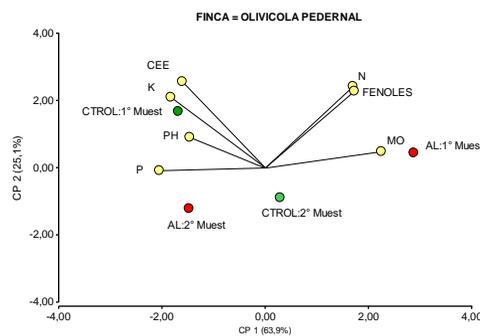


Figura 2. ACP de las diferentes variables seleccionadas como indicadores de calidad de suelo (amarillo), tratamientos (rojo) y testigos (verdes).

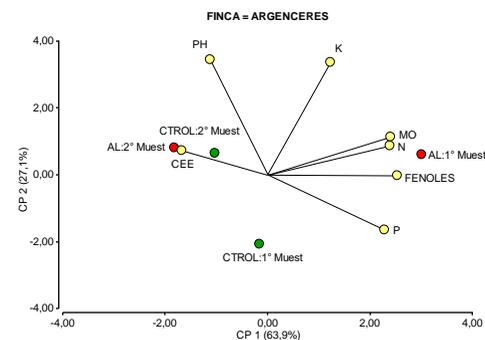


Figura 3. ACP de las diferentes variables seleccionadas como indicadores de calidad de suelo (amarillo), tratamientos (rojo) y testigos (verdes).

## Conclusiones

En general las variables estudiadas presentan cambios en el primer muestreo en los suelos

enmendados. Mientras que, en el segundo muestreo, tanto los tratamientos como los controles presentan valores similares.

El contenido de fenoles presentó incrementos significativos en los tratamientos después de cada aplicación de alperujo crudo en el suelo, seguido de una disminución para el segundo muestreo.

El análisis de las variables químicas estudiadas indica que la aplicación de alperujo como enmienda podría ser favorable para los suelos estudiados. Debido a que muchas de las variables relacionadas con la calidad del suelo (K N, MO y P) incrementan significativamente.

La aplicación de alperujo en suelo es una práctica posible, que debe ser monitoreada con el fin de no generar daños ambientales, debidos a su inadecuada aplicación.

## Referencias

- [1] Altieri, R., & Esposito, A. (2008). Olive orchard amended with two experimental olive mill wastes mixtures: effects on soil organic carbon, plant growth and yield. *Bioresource Technology*, 99 (17), 8390-8393.
- [2] Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A., Robledo C.W.(2008). Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.
- [3] COI 2015. International Olive Oil Council Disponible on line: <http://www.internationaloliveoil.org/S>.
- [4] DellaGreca, M., Monaco, P., Pinto, G., Pollio, A., Previtera, L., & Temussi, F. (2001). Phytotoxicity of low-molecular-weight phenols from olive mill waste waters. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 67 (3), 0352-0359.
- [5] Liu, G. S., Jiang, N. H., Zhang, L. D., & Liu, Z. L. (1996). Soil physical and chemical analysis and description of soil profiles. China Standard Methods Press, Beijing, China, 24, 266.
- [6] López-Piñeiro, A., Albarrán, A., Nunes, J. M., Peña, D., & Cabrera, D. (2011). Cumulative and residual effects of two-phase olive mill waste on olive grove production and soil properties. *Soil Science Society of America Journal*, 75 (3), 1061-1069. 14
- [7] López-Piñeiro, A., Albarrán, A., Nunes, J. R., & Barreto, C. (2008). Short and medium-term effects of two-phase olive mill waste application on olive grove production and soil properties under semiarid Mediterranean conditions. *Bioresource Technology*, 99(17), 7982-7987.
- [8] López-Piñeiro, A., Albarrán, A., Nunes, J. R., Peña, D., & Cabrera, D. (2011). Long-term impacts of de-oiled two-phase olive mill waste on soil chemical properties, enzyme activities and productivity in an olive grove. *Soil and Tillage Research*, 114(2), 175-182.
- [9] López-Piñeiro, A., Murillo, S., Barreto, C., Muñoz, A., Rato, J. M., Albarrán, A., & García, A. (2007). Changes in organic matter and residual effect of amendment with two-phase olive-mill waste on degraded agricultural soils. *Science of the Total Environment*, 378(1), 84-89.
- [10] Monetta, P., Bueno, L., Cornejo, V., González-Aubone, F., & Babelis, G. (2012). Short-term dynamics of soil chemical parameters after application of alperujo in high-density drip-irrigated olive groves in Argentina. *International Journal of Environmental Studies*, 69 (4), 578-588.
- [11] Nasini, L., Gigliotti, G., Balduccini, M. A., Federici, E., Cenci, G., & Proietti, P. (2013). Effect of solid olive-mill waste amendment on soil fertility and olive (*Olea europaea* L.) tree activity. *Agriculture, ecosystems & environment*, 164, 292-297.
- [12] Obied, H. K., Allen, M. S., Bedgood, D. R., Prenzler, P. D., Robards, K., & Stockmann, R. (2005). Bioactivity and analysis of biophenols recovered from olive mill waste. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (4), 823-837.
- [13] Proietti, P., Federici, E., Fidati, L., Scargetta, S., Massaccesi, L., Nasini, L., ... & Gigliotti, G. (2015). Effects of amendment with oil mill waste and its derived-compost on soil chemical and microbiological characteristics and olive (*Olea europaea* L.) productivity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 207, 51-60
- [14] Sierra, J., Martí, E., Garau, M. A., & Cruañas, R. (2007). Effects of the agronomic use of olive oil mill wastewater: field experiment. *Science of the total environment*, 378 (1), 90-94.